

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Energi**

Energi merupakan sesuatu yang bersifat abstrak yang sukar dibuktikan tetapi dapat dirasakan adanya. Energi adalah kemampuan untuk melakukan kerja. Sedangkan energi alam adalah sesuatu yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan dan kebutuhan hidup manusia agar hidup lebih sejahtera, energi alam bisa terdapat dimana saja seperti di dalam tanah, air, permukaan tanah, udara dan lain sebagainya (Yuliana,2016).

#### **2.2 Energi Matahari**

Matahari adalah sumber energi utama yang memancarkan energi yang luar biasa besarnya ke permukaan bumi. Pada keadaan cuaca cerah, permukaan bumi menerima sekitar 1000 watt energi matahari per-meter persegi. Kurang dari 30 % energi tersebut dipantulkan kembali ke angkasa, 47% dikonversikan menjadi panas, 23 % digunakan untuk seluruh sirkulasi kerja yang terdapat di atas permukaan bumi, sebagian kecil 0,25 % ditampung angin, gelombang dan arus dan masih ada bagian yang sangat kecil 0,025 % disimpan melalui proses fotosintesis di dalam tumbuh-tumbuhan yang akhirnya digunakan dalam proses pembentukan batu bara dan minyak bumi (bahan bakar fosil, proses fotosintesis yang memakan jutaan tahun) yang saat ini digunakan secara ekstensif dan eksploratif bukan hanya untuk bahan bakar tetapi juga untuk bahan pembuat plastik, formika, bahan sintesis lainnya.

Sehingga bisa dikatakan bahwa sumber segala energi adalah energi matahari. Energi matahari dapat dimanfaatkan dengan berbagai cara yang berlainan bahan bakar minyak adalah hasil fotosintesis, tenaga hidro elektrik adalah hasil sirkulasi hujan tenaga angin adalah hasil perbedaan suhu antar daerah dan sel surya (sel fotovoltaik) yang menjanjikan masa depan yang cerah sebagai sumber energi listrik. (Manan, 2009).

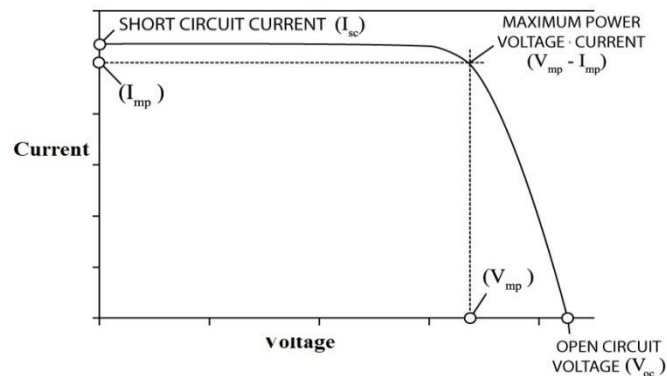
### 2.3 *Solar cell*

Sel surya atau fotovoltaik dapat berupa alat semikonduktor penghantar aliran listrik yang dapat secara langsung mengubah energi surya menjadi bentuk tenaga listrik secara efisien (Heri,2012). *Solar cell* ini merupakan teknologi yang menghasilkan arus searah (DC) listrik diukur dalam watt (W) atau kilowatt (kW) dari semikonduktor ketika mereka diterangi oleh foton. Selama cahaya menyinari sel surya (nama untuk unsur PV individu), itu menghasilkan tenaga listrik. (Luque dan Hegedus, 2011:4.)

Satuan dari panel surya adalah Wp, singkatan dari Watt/peak. Adalah istilah yang memang biasa digunakan dalam dunia *solar energy*. WP menggambarkan besarnya nominal Watt tertinggi yang dapat dihasilkan dari sebuah sistem solar. Ini dikarenakan karena energi dan sinar matahari yang bisa berubah-ubah dalam satu hari. Yang bila digambarkan dalam sebuah grafik dan hasil pengukuran laboratorium tentang ukuran kekuatan daya listriknya per satuan waktu, akan tampak seperti gelombang. Ada puncak (Peak) dan ada lembahnya, berdasarkan data-data yang diperoleh dari pengukuran dalam jangka waktu tertentu. (Luque dan Hegedus, 2011:4.)

#### 2.3.1 Karakteristik *Solar cell*

Total pengeluaran listrik (Watt) dari *solar cell* sama dengan tegangan (V) operasi dikalikan dengan arus (I) operasi. Tegangan serta arus keluran yang dihasilkan ketika *solar cell* memperoleh penyinaran merupakan karakteristik yang disajikan dalam bentuk kurva pada gambar 2.1 kurva ini menunjukkan bahwa pada saat arus dan tegangan berada pada titik kerja maksimal (*Maximum Power Point*) maka akan menghasilkan daya keluaran maksimum (PMPP). Tegangan di Maximum Power Point (MPP) VMPP, lebih kecil dari tegangan rangkaian terbuka (VOC) dan arus saar MPP IMPP, adalah lebih rendah dari arus short circuit (ISC). (Quaschnig, 2005:137)



Gambar 2.1 Kurva karakteristik keluaran *solar cell*

(Sumber: <http://electricityofdream.blogspot.com/2016/09/pengertian-rangkaian-ekivalen-kurva.html>)

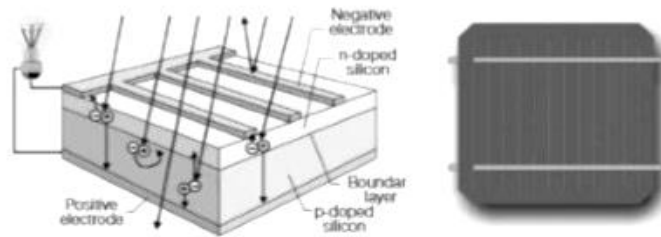
- Short Circuit Current ( $I_{sc}$ ) : terjadi pada suatu titik dimana tegangannya adalah nol, sehingga pada saat ini, daya keluaran adalah nol.
- Open Circuit Voltage ( $V_{oc}$ ) : terjadi pada suatu titik dimana arusnya adalah nol, sehingga pada saat ini pun daya keluaran adalah nol.
- Maximum Power Point (MPP): adalah titik daya output maksimum.

Berikut adalah karakteristik *solar cell* yang digunakan:

- Max Power ( $P_m$ ) (W) : 50 Wp
- Max Power Voltage ( $V_m$ ) (V) : 17.6 V
- Max Power Current ( $I_m$ ) (A) : 2.86 A
- Open Circuit Voltage ( $V_{oc}$ ) (V) : 22.0 V
- Short Circuit Current ( $I_{sc}$ ) (A) : 3.03 A

### 2.3.2 Teknologi *Crystalline Solar cell*

Sistem fotovoltaik tersusun dari bahan semikonduktor. Semikonduktor tersebut memiliki empat elektron di kulit terluar, atau orbit, rata-rata. Elektron ini disebut elektron valensi. Semikonduktor SD adalah elemen kelompok IV dari tabel periodik unsur, misalnya silikon (Si), germanium (Ge) atau timah (Sn). Senyawa dari dua elemen yang mengandung salah satu unsur dari kelompok III dan satu dari kelompok V (disebut senyawa III-V) dan II-VI senyawa atau kombinasi dari berbagai elemen juga memiliki empat elektron valensi rata-rata (Quaschnig:2005).



Gambar 2.2 Struktur *Solar cell* dan Tampak depan dari *Solar cell*  
Crystalline Silicon

(Sumber: Quaschnig, Volker. Understanding Renewable Energy System. London :  
Earthscan. 2005. hlm. 129.)

**a. Crystalline Silikon (c-Si)**

Teknologi pertama yang berhasil dikembangkan oleh para peneliti adalah teknologi yang menggunakan bahan silikon kristal tunggal. Teknologi ini mampu menghasilkan sel surya dengan efisiensi yang sangat tinggi. Teknologi crystalline silikon (c-Si) dibagi menjadi dua yaitu mono-crystalline dan multi-crystalline (poly-crystalline) (Quaschnig:2005).

**1. Monocrystalline**

Untuk tipe monocrystalline, mempunyai ciri khas berwarna hitam (berasal dari silikon murni). Bentuk monocrystalline silicon seperti pada Gambar 2.3, bersumber dari silikon tunggal berbentuk silinder yang diiris tipis dengan ketebalan sekitar 200-250  $\mu\text{m}$ . Kekurangan bentuk mono ini adalah modulnya tidak rapat yang menjadi kerugian menyerap panas. Keuntungannya adalah untuk lahan yang sempit dengan intensitas matahari yang tinggi menjadikan sel surya monocrystalline sangat baik dibandingkan yang jenis polycrystalline (Quaschnig:2005).



Gambar 2.3 Panel Monocrystalline Silikon

## 2. Polycrystalline

Polycrystalline terbuat dari batang silikon yang dihasilkan dengan cara dilelehkan dan dicetak oleh pipa paralel, lalu lapisan sel surya ini dibentuk persegi dengan ketebalan 180-300  $\mu\text{m}$ . Polycrystalline dibuat dengan tujuan untuk menurunkan harga produksi, sehingga memperoleh sel surya dengan harga yang lebih murah, namun tingkat efisiensi sel surya ini tidak lebih baik dari polycrystalline yaitu sebesar 12-14% (Quaschnig:2005).



Gambar 2.4 Panel Polycrystalline Silikon

### b. Lapisan tipis (thin film)

Selain *solar cell* dari teknologi crystalline silicon, adapun modul thin film yang dibuat silikon amorf dan bahan lainnya seperti cadmium telluride ( $\text{CdTe}$ ) atau tembaga indium diselenide ( $\text{CuInSe}_2$  atau CIS). Modul film tipis dapat diproduksi dengan menggunakan sebagian kecil dari bahan semikonduktor yang diperlukan untuk modul kristal dan ini menjanjikan biaya produksi yang lebih rendah dalam jangka menengah (Quaschnig:2005).

## 2.4 Solar Charge Controller

Pada dasarnya *charger* adalah suatu alat yang digunakan sebagai pengisi ulang baterai atau tempat penyimpanan energi lainnya dengan melawan arus listriknya. Seiring dengan kemajuan teknologi maka ditambahkan *controller* pada *charger* tersebut. (Ardhi : 2011). Pada Gambar 2.5 dapat dilihat bentuk dari Solar Charge Controller. Fungsi *Charger Controller* adalah sebagai pengatur arus listrik (*Current Regulator*) baik terhadap arus yang masuk dari panel surya maupun arus beban keluar atau yang digunakan. Bekerja untuk menjaga baterai dari pengisian

yang berlebihan (*Overcharge*), mengatur arus dari panel surya ke baterai (Susandi, 2016).

Sebagian besar Solar PV 12 Volt menghasilkan tegangan keluar (V-Out) sekitar 16 sampai 20 Volt DC, jadi jika tidak ada peraturan, baterai akan rusak dari pengisian tegangan yang berlebihan yang umumnya baterai 12 Volt membutuhkan tegangan pengisian (Charge) sekitar 13-14,8 volt (Tegantung Tipe Battery) untuk dapat terisi penuh (Susandi, 2016).



Gambar 2.5 Solar Charge Controller

*Charger controller* menerapkan teknologi *Pulse width modulation* (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban. Menurut Agustinus Siahaan (2012:5) beberapa fungsi detail dari *charger controller* adalah sebagai berikut:

- Mengatur arus untuk pengisian ke baterai, menghindari *overcharging* dan *overvoltage*.
- Mengatur arus yang dibebaskan/ diambil dari baterai agar baterai tidak *fulldischarge* dan *overloading*.
- Monitoring temperature baterai.

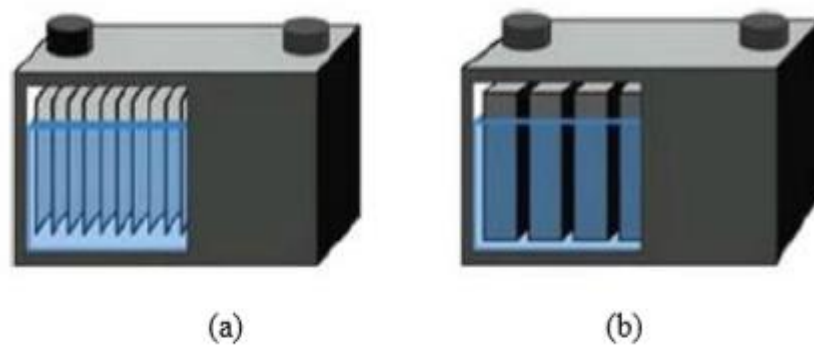
## 2.5 AKI (*Accumulator*)

*Accumulator* atau sering disebut *accu* adalah obyek kimia penyimpan arus listrik. dalam sistem solar cell, energi listrik dalam baterai digunakan pada malam hari dan hari mendung. Karena intensitas sinar matahari bervariasi

sepanjang hari, baterai memberikan energi yang konstan. Baterai tidak seratus persen efisien, beberapa energi hilang seperti panas dari reaksi kimia, selama charging dan discharging. Charging adalah saat energi listrik diberikan kepada baterai, Discharging adalah pada saat energi listrik diambil dari baterai. (Istardi, 2013).

Tanpa aki/baterai, energi surya hanya dapat digunakan pada saat ada sinar matahari. Berdasarkan aplikasi maka aki dapat dibedakan untuk *engine starter* (otomotif) dan *deep cycle*.

- Aki untuk *engine starter* (otomotif), umumnya dibuat dengan plat timbal yang permukaannya lebih besar. Dengan demikian aki ini bisa menyuplai arus listrik yang besar pada saat awal untuk menghidupkan mesin.
- Aki *deep cycle*, biasanya digunakan untuk sistem fotovoltaiik (*Solar cell*) dan *back up power*, dimana aki mampu mengalami *discharge* hingga muatan listriknya tinggal sedikit (Yuliana, 2016).



Gambar 2.6 (a) AKI Jenis *Starter* (otomotif) dan (b) AKI Jenis *Deep Cycle*

(Sumber: <http://www.akibaterai.com>)

Secara umum Aki terdiri dari beberapa macam yaitu:

#### 1. Aki Kering

Aki kering dikenal juga sebagai baterai. Dalam aki kering ini tidak mengandung cairan sama sekali. Dilihat dari dapat atau tidaknya diisi ulang, baterai ini dikategorikan sebagai baterai yang sekali pakai dan dapat diisi ulang (*rechargeable*). Dari segi bahan, baterai ada yang terbuat dari *Nickel-Cadmium* (Ni-

Cd), *Nickel-Metal Hybride* (Ni-Mh), *Lithium Ion* sampai tercanggih terbuat dari *Lithium Polymer*. Aki kering ini, biasanya dipakai untuk peralatan elektronik karena lebih ringkas. Contohnya dapat diaplikasikan pada ponsel, kamera digital atau laptop. Kelemahan dari aki ini memiliki daya tahan yang rendah dan memiliki ampere yang rendah (Yuliana,2016).

## 2. Aki Basah

Aki basah merupakan salah satu jenis *accumulator* yang diisi oleh larutan elektrolit asam sulfat. Larutan elektrolit ini akan bereaksi dengan lempengan timah (Pb) yang terdapat pada aki basah. Larutan elektrolit yang dapat digunakan sebagai isi ada dua jenis, yaitu larutan elektrolit berupa asam sulfat yang biasanya merupakan botol merah (zuur), dan yang berbotol biru yang isinya air murni (aqua demineral) (Yuliana,2016).

## 3. Aki MF (*Maintenance Free*)

Aki MF (*maintenance free*) merupakan aki dari pengembangan dari aki basah. Aki jenis ini tidak memerlukan tambahan cairan elektrolit lagi. Aki MF ini hanya diisi sekali saja. Aki jenis ini dapat menguap, hanya air hasil penguapannya ditampung kembali dalam aki. Setelah dingin, air hasil penguapan tersebut disirkulasikan lagi dalam ruang sel aki. Dengan demikian, air aki akan terus berputar (Yuliana,2016).

Tegangan *solar cell* yang dihasilkan akan digunakan oleh *charge controller* untuk mengisi baterai. Untuk menghidupkan tegangan AC (*alternating current*) seperti pada lampu, televisi dan lain-lain, arus baterai *disupply* oleh *inverter*. Energi yang disimpan pada baterai atau aki inilah yang digunakan pada malam hari (Yuliana,2016).

## 2.6 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah chip yang berfungsi sebagai pengontrol atau pengendali rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program di dalamnya (Widodo, 2007).



Mikrokontroler (pengendali mikro) pada suatu rangkaian elektronik berfungsi sebagai pengendali yang mengatur jalannya proses kerja dari rangkaian elektronik. Didalam mikrokontroler sudah terdapat CPU, ROM, RAM, I/O, Clock dan peralatan internal lainnya yang sudah saling terhubung dan terintegrasi (teralamati) dengan baik oleh pabrik pembuatnya dan dikemas dalam satu chip yang siap pakai. Sehingga kita tinggal memprogram isi ROM sesuai aturan penggunaan oleh pabrik pembuatnya (Andrianto, 2008:h.3).

Mikrokontroler tidak dapat bekerja bila tanpa program. Program tersebut memberikan intruksi kepada mikrokontroler apa yang harus dikerjakan. Mikrokontroler yang sudah bekerja dengan satu program, tidak dapat bekerja lagi jika program diganti. Dengan mikrokontroler ini memudahkan desainer untuk merancang suatu fungsi tertentu, karena kerja mikrokontroler ini dapat diprogram sesuai dengan kemauan (Bagita, 2016).

## 2.7 Arduino

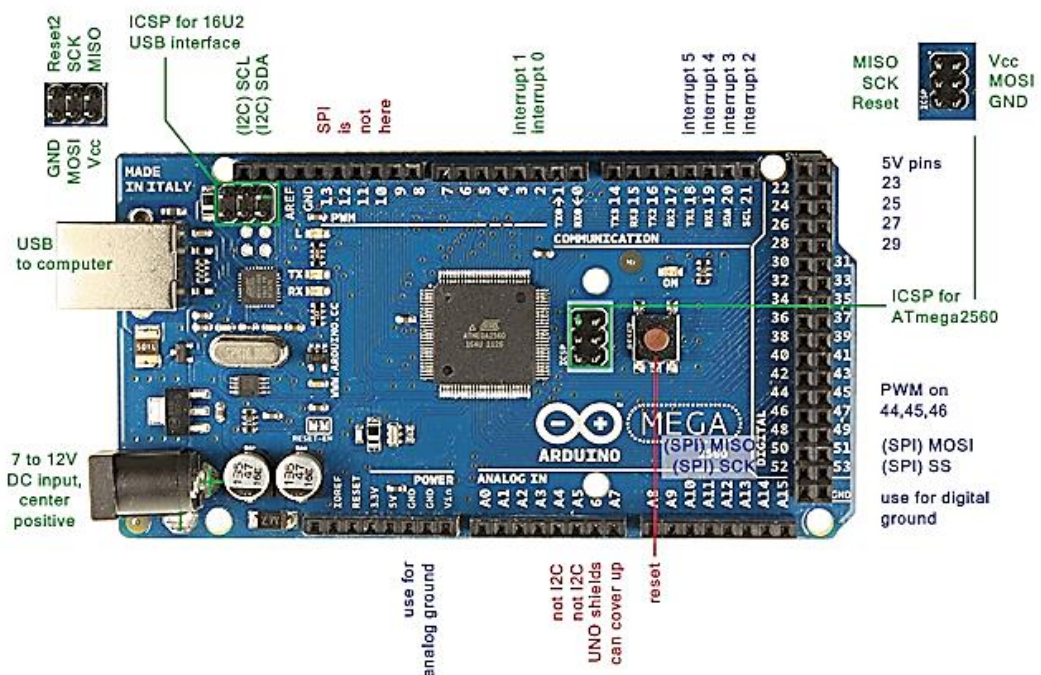
Arduino adalah sebuah board mikrokontroler yang bersifat open source, dimana desain skematik dan PCB bersifat open source, sehingga kita dapat menggunakannya maupun melakukan modifikasi. Board Arduino menggunakan Chip/IC mikrokontroler Atmel AVR, misalnya: Arduino NG or older w/ATmega8 (Severino), Arduino Duemilanove or Nano w/ATmega328, Arduino Uno, Arduino Mega2560 dan lain-lain (Yuliana,2016).

*Software* untuk membuat, mengkompilasi dan meng-upload program yaitu Arduino IDE atau disebut *Arduino Software* yang juga bersifat *open source*. *Software* ini dapat diunduh pada situs <http://www.arduino.cc>. Arduino IDE (*Arduino Software*) menghasilkan file hex dari baris kode instruksi program yang menggunakan bahasa C yang dinamakan *sketch* setelah dilakukan compile dengan perintah *Verify/Compile* (Yuliana,2016).

## 2.8 Arduino Mega2560

Arduino Mega 2560 adalah papan pengembangan mikrokontroller yang berbasis Arduino dengan menggunakan chip ATmega2560. Gambaran dari Arduino Mega2560 bisa dilihat pada Gambar 2.7. Board ini memiliki pin I/O yang

cukup banyak, sejumlah 54 buah digital I/O pin (15 pin diantaranya adalah PWM), 16 pin analog input, 4 pin UART (serial port hardware). Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan sebuah oscillator 16 Mhz, sebuah port USB, power jack DC, ICSP header, dan tombol reset. Board ini sudah sangat lengkap, sudah memiliki segala sesuatu yang dibutuhkan untuk sebuah mikrokontroler. Dengan penggunaan yang cukup sederhana, kita tinggal menghubungkan power dari USB ke PC atau melalui adaptor AC/DC ke jack DC (Purbaya:2017).



Gambar 2.7 Arduino Mega2560

(Sumber : <http://www.labelektronika.com>)

### 2.8.1 Sejarah Arduino

Proyek arduino berawal dilvire, italia pada tahun 2005. Sekarang telah lebih dari 120.000 unit terjual sampai dengan 2010. Pendirinya adalah Massimo Banzi dan David Cuartiellez. Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat *open-source*, yang di turunkan dari wiring platform, yang di rancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. *Hardware*-nya memiliki prosesor atmel AVR dan *software*-nya memiliki bahasa pemrograman sendiri (Purbaya:2017).

1. Secara *software* = *Open source* IDE yang digunakan untuk mendvelop aplikasi mikrokontroller yang berbasis arduino platform.
2. Secara *hardware* = Single board mikrokontroller yang bersifat *open source hardware* yang dikembangkan untuk arsitektur mikrokontroller AVR 8 bit dan ARM 32 bit.

Dari ke-3 pengertian diatas, dapat disimpulkan bahwa Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang didalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroller dengan jenis AVR. Tujuan menanamkan program pada mikrokontroller adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses input tersebut dan kemudian menghasilkan output seperti yang diinginkan. Jadi, mikrokontroller bertugas sebagai otak yang mengendalikan input, proses, dan output sebuah rangkaian elektronik. Mikrokontroller ada pada perangkat elektronik sekeliling kita, misalnya Handphone, MP3 Player, DVD, Televisi, AC, dll. Mikrokontroller juga dapat mengendalikan robot maupun robot mainan (Purbaya:2017).

Arduino memiliki kelebihan dibandingkan dengan perangkat kontroler lainnya diantaranya adalah :

1. Tidak perlu perangkat chip programmer karena didalamnya sudah ada bootloader yang akan menangani upload program dari 12lternat.
2. Sudah memiliki sarana komunikasi USB, Sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki port serial/RS323 bisa menggunakannya.
3. Memiliki modul siap pakai (Shield) yang bisa ditancapkan pada board arduino. Contohnya shield GPS, Ethernet, dll.

### **2.8.2 Sumber Daya**

Arduino Mega dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Sumber daya dipilih secara otomatis. Sumber daya eksternal (non-USB) dapat berasal baik dari adaptor AC-DC atau baterai. Adaptor dapat dihubungkan dengan mencolokkan steker 2,1 mm yang bagian tengahnya terminal positif ke ke jack sumber tegangan pada papan. Jika tegangan berasal dari baterai dapat langsung dihubungkan melalui header pin Gnd dan pin Vin dari konektor POWER. Papan

Arduino ATmega2560 dapat beroperasi dengan pasokan daya eksternal 6 Volt sampai 20 volt. Jika diberi tegangan kurang dari 7 Volt, maka, pin 5 Volt mungkin akan menghasilkan tegangan kurang dari 5 Volt dan ini akan membuat papan menjadi tidak stabil. Jika sumber tegangan menggunakan lebih dari 12 Volt, regulator tegangan akan mengalami panas berlebihan dan bisa merusak papan. Rentang sumber tegangan yang dianjurkan adalah 7 Volt sampai 12 Volt (Purbaya:2017).

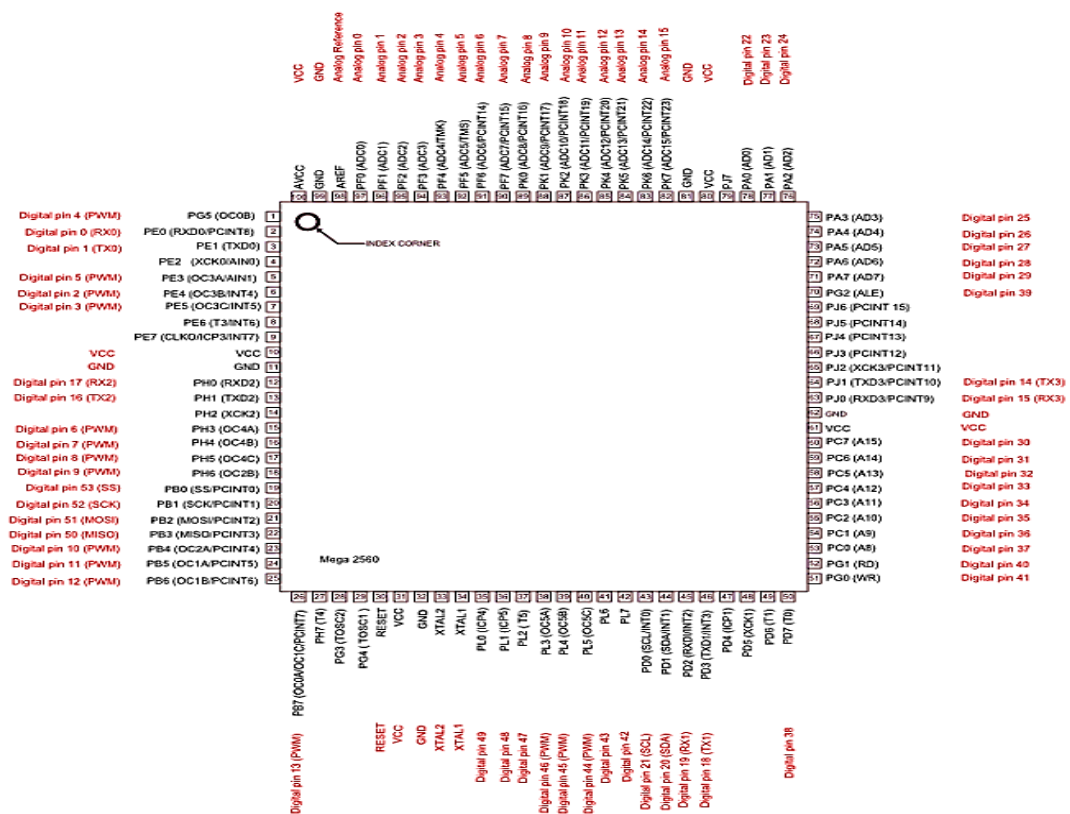
Pin tegangan yang tersedia pada papan Arduino adalah sebagai berikut:

- a. **VIN** : Adalah input tegangan untuk papan Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal (sebagai 'saingan' tegangan 5 Volt dari koneksi USB atau sumber daya ter-regulator lainnya). Anda dapat memberikan tegangan melalui pin ini, atau jika memasok tegangan untuk papan melalui jack power, kita bisa mengakses/mengambil tegangan melalui pin ini.
- b. **5V** : Sebuah pin yang mengeluarkan tegangan ter-regulator 5 Volt, dari pin ini tegangan sudah diatur (ter-regulator) dari regulator yang tersedia (builtin) pada papan. Arduino dapat diaktifkan dengan sumber daya baik berasal dari jack power DC (7-12 Volt), konektor USB (5 Volt), atau pin VIN pada board (7-12 Volt). Memberikan tegangan melalui pin 5V atau 3.3V secara langsung tanpa melewati regulator dapat merusak papan Arduino.
- c. **3V3** : Sebuah pin yang menghasilkan tegangan 3,3 Volt. Tegangan ini dihasilkan oleh regulator yang terdapat pada papan (on-board). Arus maksimum yang dihasilkan adalah 50 mA.
- d. **GND** : Pin Ground atau Massa.
- e. **IREF** : Pin ini pada papan Arduino berfungsi untuk memberikan referensi tegangan yang beroperasi pada mikrokontroler. Sebuah perisai (shield) dikonfigurasi dengan benar untuk dapat membaca pin tegangan IREF dan memilih sumber daya yang tepat atau mengaktifkan penerjemah tegangan (voltage translator) pada output untuk bekerja pada tegangan 5 Volt atau 3,3 Volt.

### 2.8.3 Memori

Arduino ATmega2560 memiliki 256 KB flash memory untuk menyimpan kode (yang 8 KB digunakan untuk bootloader), 8 KB SRAM dan 4 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis dengan *library* EEPROM) (Purbaya:2017).

### 2.8.4 Input Dan Output



Gambar 2.8 Pemetaan Pin pada Arduino Mega 2560

(Sumber : <http://www.labelektronika.com>)

Gambar 2.8 merupakan pemetaan pin pada arduino Mega2560. Masing-masing dari 54 digital pin pada Arduino Mega dapat digunakan sebagai input atau output, menggunakan fungsi `pinMode()` , `digitalWrite()` , dan `digitalRead()`. Arduino Mega beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima arus maksimum 40 mA dan memiliki resistor pull-up internal (yang terputus secara default) sebesar 20-50 kOhms (Purbaya:2017).

Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus, antara lain:

- a. **Serial** : 0 (RX) dan 1 (TX); **Serial 1** : 19 (RX) dan 18 (TX); **Serial 2** : 17 (RX) dan 16 (TX); **Serial 3** : 15 (RX) dan 14 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) data serial TTL. Pins 0 dan 1 juga terhubung ke pin chip ATmega16U2 Serial USB-to-TTL.
- b. **Eksternal Interupsi** : Pin 2 (interrupt 0), pin 3 (interrupt 1), pin 18 (interrupt 5), pin 19 (interrupt 4), pin 20 (interrupt 3), dan pin 21 (interrupt 2). Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interupsi pada nilai yang rendah, meningkat atau menurun, atau perubah nilai.
- c. **SPI** : Pin 50 (MISO), pin 51 (MOSI), pin 52 (SCK), pin 53 (SS). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan *library* SPI. Pin SPI juga terhubung dengan header ICSP, yang secara fisik kompatibel dengan Arduino Uno, Arduino Duemilanove dan Arduino Diecimila.
- d. **LED** : Pin 13. Tersedia secara built-in pada papan Arduino ATmega2560. LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin diset bernilai HIGH, maka LED menyala (ON), dan ketika pin diset bernilai LOW, maka LED padam (OFF).
- e. **TWI** : Pin 20 (SDA) dan pin 21 (SCL). Yang mendukung komunikasi TWI menggunakan *library Wire*. Perhatikan bahwa pin ini tidak di lokasi yang sama dengan pin TWI pada Arduino Duemilanove atau Arduino Diecimila.

Arduino Mega2560 memiliki 16 pin sebagai analog input, yang masing-masing menyediakan resolusi 10 bit (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Secara default pin ini dapat diukur/diatur dari mulai Ground sampai dengan 5 Volt, juga memungkinkan untuk mengubah titik jangkauan tertinggi atau terendah mereka menggunakan pin AREF dan fungsi `analogReference()`.

Ada beberapa pin lainnya yang tersedia, antara lain:

1. **AREF** : Referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan fungsi `analogReference()`.
2. **RESET**: Jalur LOW ini digunakan untuk me-reset (menghidupkan ulang) mikrokontroler. Jalur ini biasanya digunakan untuk menambahkan tombol reset pada shield yang menghalangi papan utama Arduino.

### 2.8.5 Komunikasi

Arduino Mega2560 memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, dengan Arduino lain, atau dengan mikrokontroler lainnya. Arduino ATmega328 menyediakan 4 *hardware* komunikasi serial UART TTL (5 Volt). Sebuah chip ATmega16U2 (ATmega8U2 pada papan Revisi 1 dan Revisi 2) yang terdapat pada papan digunakan sebagai media komunikasi serial melalui USB dan muncul sebagai COM Port Virtual (pada Device komputer) untuk berkomunikasi dengan perangkat lunak pada komputer, untuk sistem operasi Windows masih tetap memerlukan file inf, tetapi untuk sistem operasi OS X dan Linux akan mengenali papan sebagai port COM secara otomatis (Purbaya:2017).

Perangkat lunak Arduino termasuk didalamnya serial monitor memungkinkan data tekstual sederhana dikirim ke dan dari papan Arduino. LED RX dan TX yang tersedia pada papan akan berkedip ketika data sedang dikirim atau diterima melalui chip USB-to-serial yang terhubung melalui USB komputer (tetapi tidak untuk komunikasi serial seperti pada pin 0 dan 1). Sebuah *library Software Serial* memungkinkan untuk komunikasi serial pada salah satu pin digital Mega2560 (Purbaya:2017).

ATmega2560 juga mendukung komunikasi TWI dan SPI. Perangkat lunak Arduino termasuk *library Wire* digunakan untuk menyederhanakan penggunaan bus TWI. Untuk komunikasi SPI, menggunakan *library SPI* (Purbaya:2017).

### 2.8.6 Pemrograman

Arduino Mega2560 dapat diprogram dengan *software* Arduino (Unduh perangkat lunak Arduino). (Mengenai pemahasan lebih rinci tentang perangkat lunak Arduino akan dibahas pada artikel terpisah). ATmega2560 pada Arduino Mega sudah tersedia preburned dengan bootloader yang memungkinkan Anda untuk meng-upload kode baru tanpa menggunakan programmer *hardware* eksternal. Hal ini karena komunikasi yang terjadi menggunakan protokol asli STK500. Anda juga dapat melewati (bypass) bootloader dan program mikrokontroler melalui pin header ICSP (In-Circuit Serial Programming). Chip

ATmega16U2 (atau 8U2 pada board Rev. 1 dan Rev. 2) source code firmware tersedia pada repositori Arduino (Purbaya:2017).

ATmega16U2/8U2 dapat dimuat dengan bootloader DFU, yang dapat diaktifkan melalui:

1. **Pada papan Revisi 1** : Menghubungkan jumper solder di bagian belakang papan (dekat dengan peta Italia) dan kemudian akan me-reset 8U2.
2. **Pada papan Revisi 2** : Ada resistor yang menghubungkan jalur HWB 8U2/16U2 ke ground, sehingga lebih mudah untuk dimasukkan ke dalam mode DFU.

Kemudian Anda dapat menggunakan Atmel FLIP *software* (sistem operasi Windows) atau DFU programmer (sistem operasi Mac OS X dan Linux) untuk memuat firmware baru. Atau Anda dapat menggunakan pin header ISP dengan programmer eksternal (overwrite DFU bootloader) (Purbaya:2017).

### 2.8.7 Reset *Software* Otomatis

Daripada menekan tombol reset sebelum upload, Arduino Mega2560 didesain dengan cara yang memungkinkan Anda untuk me-reset melalui perangkat lunak yang berjalan pada komputer yang terhubung. Salah satu jalur kontrol *hardware* (DTR) mengalir dari ATmega8U2/16U2 dan terhubung ke jalur reset dari ATmega2560 melalui kapasitor 100 nanofarad. Bila jalur ini di-set rendah/low, jalur reset drop cukup lama untuk me-reset chip. Perangkat lunak Arduino menggunakan kemampuan ini untuk memungkinkan Anda meng-upload kode dengan hanya menekan tombol upload pada perangkat lunak Arduino. Ini berarti bahwa bootloader memiliki rentang waktu yang lebih pendek, seperti menurunkan DTR dapat terkoordinasi (berjalan beriringan) dengan dimulainya upload (Purbaya:2017).

Pengaturan ini juga memiliki implikasi lain. Ketika Mega2560 terhubung dengan komputer yang menggunakan sistem operasi Mac OS X atau Linux, papan Arduino akan di-reset setiap kali dihubungkan dengan *software* komputer (melalui USB). Dan setengah detik kemudian atau lebih, bootloader berjalan pada papan Mega2560. Proses reset melalui program ini digunakan untuk mengabaikan data



yang cacat (yaitu apapun selain meng-upload kode baru), ia akan memotong dan membuang beberapa byte pertama dari data yang dikirim ke papan setelah sambungan dibuka. Jika sebuah sketsa dijalankan pada papan untuk menerima satu kali konfigurasi atau menerima data lain ketika pertama kali dijalankan, pastikan bahwa perangkat lunak diberikan waktu untuk berkomunikasi dengan menunggu satu detik setelah terkoneksi dan sebelum mengirim data (Purbaya:2017).

Arduino Mega2560 memiliki trek jalur yang dapat dipotong untuk menonaktifkan fungsi auto-reset. Pad di kedua sisi jalur dapat hubungkan dengan disolder untuk mengaktifkan kembali fungsi auto-reset. Pad berlabel “RESET-EN”. Anda juga dapat menonaktifkan auto-reset dengan menghubungkan resistor 110 ohm dari 5V ke jalur reset (Purbaya:2017).

#### **2.8.8 Perlindungan Beban Berlebih Pada USB**

Arduino Mega2560 memiliki polyfuse reset yang melindungi port USB komputer Anda dari hubungan singkat dan arus lebih. Meskipun pada dasarnya komputer telah memiliki perlindungan internal pada port USB mereka sendiri, sekering memberikan lapisan perlindungan tambahan. Jika arus lebih dari 500 mA dihubungkan ke port USB, sekering secara otomatis akan memutuskan sambungan sampai hubungan singkat atau overload dihapus/dibuang (Purbaya:2017).

#### **2.8.9 Karakteristik Fisik dan Kompatibilitas Shield**

Maksimum panjang dan lebar PCB Mega2560 adalah 4 x 2.1 inch (10,16 x 5,3 cm), dengan konektor USB dan jack power menonjol melampaui batas dimensi. Empat lubang sekrup memungkinkan papan terpasang pada suatu permukaan atau wadah. Perhatikan bahwa jarak antara pin digital 7 dan 8 adalah 160 mil (0.16”), tidak seperti pin lainnya dengan kelipatan genap berjarak 100 mil (Purbaya:2017).

Arduino Mega2560 dirancang agar kompatibel dengan sebagian shield yang dirancang untuk Arduino Uno, Arduino Diecimila atau Arduino Duemilanove. Pin Digital 013 (pin AREF berdekatan dan pin GND), input analog 0 sampai 5, header power, dan header ICSP berada di lokasi yang ekuivalen. Selanjutnya UART utama (port serial) terletak di pin yang sama (0 dan 1), seperti pin interupsi eksternal 0 dan 1 (masing-masing pada pin 2 dan 3). SPI di kedua header ICSP yaitu Mega2560

dan Duemilanove/Diecimila. Harap dicatat bahwa pin I2C tidak terletak pada pin yang sama pada Mega pin (20 dan pin 21) seperti halnya Duemilanove/Diecimila (input analog pin 4 dan pin 5) (Purbaya:2017).

### 2.8.10 Spesifikasi

Tabel 2.1 di bawah ini merupakan spesifikasi dari Arduino Mega2560.

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Mega2560

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
<i>Chip</i> Mikrokontroler	ATMega2560
Tegangan Operasi	5 V
Tegangan Input (Rekomendasi)	7 V-12 V
Tegangan Input (Limit)	6 V- 20 V
<i>Pin</i> Digital I/O	54, (15 buah diantaranya dapat digunakan sebagai <i>Output</i> PWM)
<i>Pin</i> Analog <i>Input</i>	16 (A0 – A.15)
Arus DC per <i>Pin</i> I/O	40 mA
Arus DC <i>Pin</i> 3.3V	50 mA
Memori <i>Flash</i>	256 KB, 8 KB telah digunakan untuk <i>Bootloader</i>
SRAM	8 Kb
EFROM	4 Kb
<i>Clock Speed</i>	16 Hz

## 2.9 Bahasa C

Bahasa C adalah bahasa pemrograman yang dapat dikatakan berada di antara bahasa beraras rendah dan beraras tinggi. Bahasa beraras rendah artinya bahasa yang berorientasi pada mesin dan beraras tinggi berorientasi pada manusia. Bahasa beraras rendah, misalnya bahasa assembler, bahasa ini ditulis dengan sandi yang dimengerti oleh mesin saja, oleh karena itu hanya digunakan bagi yang memprogram mikroprosesor. Bahasa beraras rendah merupakan bahasa yang membutuhkan kecermatan yang teliti bagi pemrogram karena perintahnya harus

rinci, ditambah lagi masing-masing pabrik mempunyai sandi perintah sendiri. Bahasa tinggi relatif mudah digunakan, karena ditulis dengan bahasa manusia sehingga mudah dimengerti dan tidak tergantung mesinnya. Bahasa beraras tinggi biasanya digunakan pada komputer.

Pencipta bahasa C adalah Brian W. Kernighan dan Denis M. Ritchi, sekitar tahun 1972. Penulisan program dalam bahasa C dilakukan dengan membagi dalam blok-blok, sehingga bahasa C disebut dengan bahasa terstruktur. Bahasa C dapat digunakan di berbagai mesin dengan mudah, mulai dari PC sampai dengan mainframe, dengan berbagai sistem operasi misalnya DOS, UNIX, VMS dan lain-lain.

Program Bahasa C tidak mengenal aturan penulisan di kolom tertentu, jadi bisa dimulai dari kolom manapun. Namun demikian, untuk mempermudah pembacaan program dan untuk keperluan dokumentasi, sebaiknya penulisan bahasa C diatur sedemikian rupa sehingga mudah dan enak dibaca. Berikut contoh penulisan Program Bahasa C:

```
#include <at89c51.h>
main ()
{ .....
.....
}
```

Program dalam bahasa C selalu berbentuk fungsi seperti ditunjukkan dalam main (). Program yang dijalankan berada di dalam tubuh program yang dimulai dengan tanda kurung buka { dan diakhiri dengan tanda kurung tutup }. Semua yang tertulis di dalam tubuh program ini disebut dengan blok. Tanda () digunakan untuk mengapit argumen suatu fungsi. Argumen adalah suatu nilai yang akan digunakan dalam fungsi tersebut. Dalam tubuh fungsi antara tanda { dan tanda } ada sejumlah pernyataan yang merupakan perintah yang harus dikerjakan oleh prosesor. Setiap pernyataan diakhiri dengan tanda titik koma ; Baris pertama #include <...> bukanlah pernyataan, sehingga tak diakhiri dengan tanda titik koma (;). Baris tersebut meminta kompiler untuk menyertakan file yang namanya ada di antara tanda <...> dalam proses kompilasi. File-file ini (berekstensi .h) berisi deklarasi

fungsi ataupun variable. File ini disebut header. File ini digunakan semacam perpustakaan bagi pernyataan yang ada di tubuh program. (Heryanto, 2008).

## 2.10 Sensor

Sensor adalah jenis transduser yang digunakan untuk mengubah besaran mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Sensor sering digunakan untuk pendeteksian pada saat melakukan pengukuran atau pengendalian. Beberapa jenis sensor yang banyak digunakan dalam rangkaian elektronik antara lain sensor cahaya, sensor suhu, sensor arus, sensor tegangan dan sensor tekanan. (Setiawan, 2009:5). Pada saat ini, sensor tersebut telah dibuat dengan ukuran sangat kecil dengan orde nanometer. Ukuran yang sangat kecil ini sangat memudahkan pemakaian dan menghemat energi.

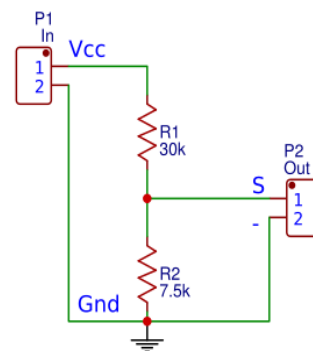
### 2.10.1 Sensor Tegangan

Sensor tegangan yang terlihat pada Gambar 2.9 adalah salah satu jenis sensor yang berfungsi untuk mengukur tegangan listrik. Sensor ini didasarkan pada prinsip tekanan resistensi dan dapat membuat tegangan input dari terminal mengurangi 5 kali dari tegangan asli (Putra, 2017).



Gambar 2.9 Sensor Tegangan

(Sumber: <http://electricityofdream.blogspot.com>)



Gambar 2.10 Rangkaian Sensor Tegangan

(Sumber: [pulangstore.com](http://pulangstore.com))

Fitur-fitur dan kelebihan sensor tegangan:

- Variasi Tegangan masukan : DC 0-25 V
- Deteksi tegangan dengan jangkauan : DC 0.02445 V-25V
- Tegangan resolusi analog : 0.00489 V

- d. Tegangan DC masukan antarmuka : terminal positif VCC, negative dengan GND.

### 2.11 LCD

LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD dapat menampilkan karakter dua baris dengan tiap baris 16 karakter. Dipasaran tampilan LCD sudah tersedia dalam bentuk modul yaitu tampilan LCD beserta rangkaian pendukungnya termasuk ROM dan lain-lain. LCD mempunyai pin data, kontrol catu daya, dan pengatur kontras tampilan. Untuk rangkaian interfacing, LCD tidak banyak memerlukan komponen pendukung. Hanya diperlukan satu variable resistor untuk memberi tegangan kontras pada matriks LCD (Ambika, 2012).

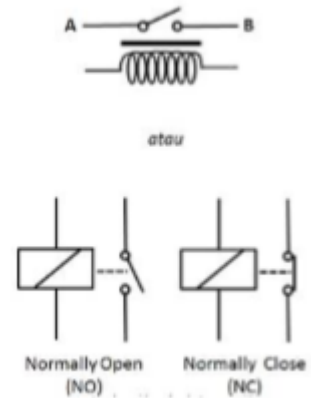


Gambar 2.11 LCD

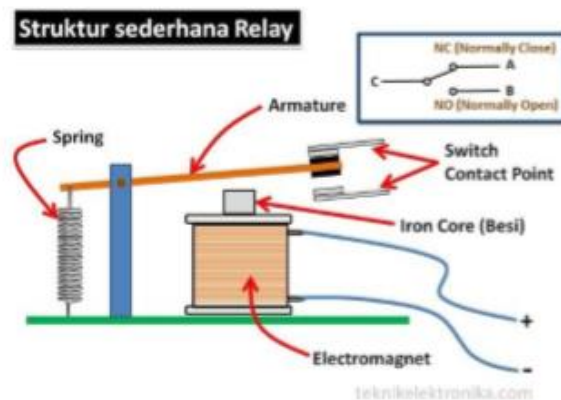
### 2.12 Relay

*Relay* adalah saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *Electromechanical* (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (*Coil*) dan Mekanikal (Sepangkat kontak saklar/*switch*).

*Relay* menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan *relay* yang menggunakan Elektromagnet 5V dan 50 mA mampu meggerakkan *Armature relay* (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A (Yuliana,2016).

Gambar 2.12 Bentuk-Bentuk *Relay*Gambar 2.13 Simbol *Relay*

(Sumber: <http://teknikelektronika.com>)

Gambar 2.14 Bagian-Bagian *Relay*

(Sumber: <http://teknikelektronika.com>)

Kontak Poin (Contact Point) *Relay* terdiri dari 2 jenis yaitu :

- Normally Close (NC) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi CLOSE (tertutup)
- Normally Open (NO) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi OPEN (terbuka)

Berdasarkan gambar diatas, sebuah Besi (*Iron Core*) yang dililit oleh sebuah kumparan *Coil* yang berfungsi untuk mengendalikan Besi tersebut. Apabila Kumparan *Coil* diberikan arus listrik, maka akan timbul gaya Elektromagnet yang kemudian menarik *Armature* untuk berpindah dari Posisi sebelumnya (NC) ke posisi baru (NO) sehingga menjadi Saklar yang dapat menghantarkan arus listrik di posisi barunya (NO). Posisi dimana *Armature* tersebut berada sebelumnya (NC)

akan menjadi OPEN atau tidak terhubung. Pada saat tidak dialiri arus listrik, *Armature* akan kembali lagi ke posisi Awal (NC). Coil yang digunakan oleh *Relay* untuk menarik Contact Poin ke Posisi Close pada umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relatif kecil (Yuliana,2016).

### 2.13 Inverter

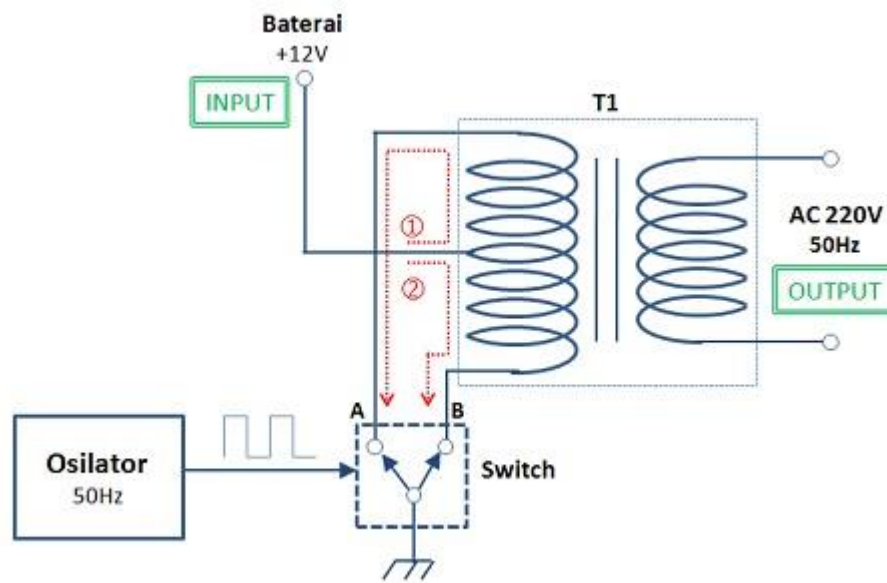
Inverter seperti yang terlihat pada gambar 2.15 adalah rangkaian elektronika daya yang digunakan untuk mengkonversikan tegangan searah (DC) ke suatu tegangan bolak-balik (AC). Ada beberapa topologi inverter yang ada sekarang ini, dari yang hanya menghasilkan tegangan keluaran kotak bolak-balik (push-pull inverter) sampai yang sudah bisa menghasilkan tegangan sinus murni (tanpa harmonisa). Inverter satu fasa, tiga fasa sampai dengan multifasa dan ada juga yang namanya inverter multilevel (kapasitor *split*, *diode clamped* dan susunan kaskade) (Sutrisna, 2008).



Gambar 2.15 Inverter

#### a. Prinsip Kerja Inverter

Sederhananya, suatu Power Inverter yang dapat mengubah arus listrik DC ke arus listrik AC ini hanya terdiri dari rangkaian Osilator, rangkaian Saklar (Switch) dan sebuah Transformator (trafo) CT seperti yang ditunjukkan pada gambar



Gambar 2.16 Prinsip Kerja Inverter

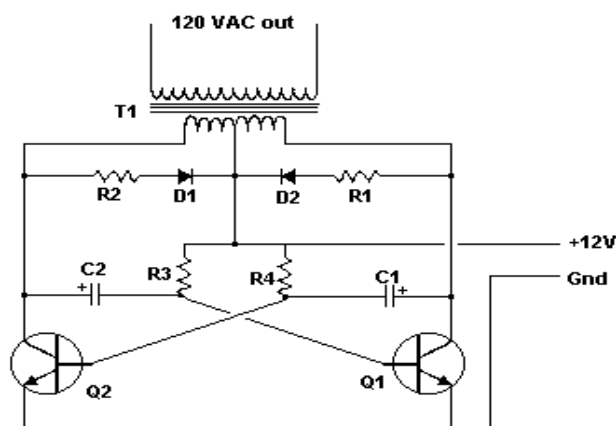
(Sumber: <http://teknikelektronika.com>)

Dapat dilihat pada gambar 2.16 Sumber daya yang berupa arus listrik DC dengan tegangan rendah (contoh 12V) diberikan ke Center Tap (CT) Sekunder Transformator sedangkan dua ujung Transformator lainnya (titik A dan titik B) dihubungkan melalui saklar (switch) dua arah ke ground rangkaian. Jika saklar terhubung pada titik A akan menyebabkan arus listrik jalur 1 mengalir dari terminal positif baterai ke Center Tap Primer Transformator yang kemudian mengalir ke titik A Transformator hingga ke ground melalui saklar (<http://teknikelektronika.com>) Pada saat saklar dipindahkan dari titik A ke titik B, arus listrik yang mengalir pada jalur 1 akan berhenti dan arus listrik jalur 2 akan mulai mengalir dari terminal positif baterai ke Center Tap Primer Transformator hingga ke ground melalui Saklar titik B. Titik A, B dan Jalur 1, 2 dapat dilihat pada gambar diatas, Peralihan ON dan OFF atau A dan B pada Saklar (Switch) ini dikendalikan oleh sebuah rangkaian Osilator yang berfungsi sebagai pembangkit frekuensi 50Hz yaitu mengalihkan arus listrik dari titik A ke titik B dan titik B ke titik A dengan kecepatan 50 kali per detik. Dengan demikian, arus listrik DC yang mengalir di jalur 1 dan jalur 2 juga bergantian sebanyak 50 kali per detik juga sehingga ekuivalen dengan arus listrik AC yang berfrekuensi 50Hz. Sedangkan komponen utama yang digunakan sebagai



Switch di rangkaian Switch Inverter tersebut pada umumnya adalah MOSFET ataupun Transistor (<http://teknikelektronika.com>).

Sekunder Transformator akan menghasilkan Output yang berupa tegangan yang lebih tinggi (contohnya 120V atau 240V) tergantung pada jumlah lilitan pada kumparan sekunder Transformator atau rasio lilitan antara Primer dan Sekunder Transformator yang digunakan pada Inverter tersebut



Gambar 2.17 Skema Rangkaian Inverter

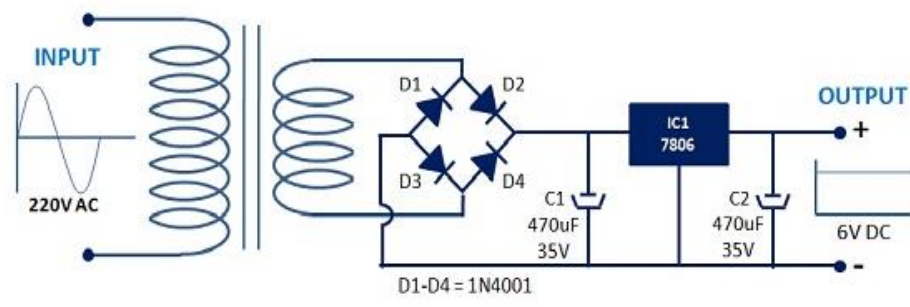
(Sumber: <http://iwanservice.blogspot.com>)

Gambar 2.17 merupakan skema rangkaian inverter. Nilai dan tipe Q1, Q2, dan T1 akan menentukan besarnya daya yang keluar dari rangkaian inverter ini. Namun dengan Q1, Q2 = 2N3055 dan Transformator T1 = 15A, inverter dapat menyediakan daya sekitar 300 watt. Nilai Q1, dan Q2 serta T1 dapat diganti dengan nilai yang lebih besar untuk menghasilkan daya keluaran yang lebih besar juga (<http://iwanservice.blogspot.com>).

## 2.14 Power Supply

*Power Supply* adalah bagian dari setiap perangkat elektronika yang berfungsi sebagai sumber tenaga. Catu daya sebagai sumber tenaga dapat berasal dari : baterai, *accu*, *solar cell* dan adaptor. Komponen ini akan mencatu tegangan sesuai dengan tegangan yang diperlukan oleh rangkaian elektronika. Jadi dapat disimpulkan bahwa, *power supply* merupakan bagian yang terpenting dalam elektronika yang berfungsi sebagai sumber tenaga listrik misalnya pada baterai atau

*acuu*, dan merupakan suatu rangkaian elektronik yang mengubah arus listrik bolak balik menjadi arus listrik searah sederhana yang baik. Arduini dapat diberikan *power* melalui koneksi USB (*Universal Serial Bus*) atau *Power Supply*. *Board* arduino dapat dioperasikan menggunakan *supply* dari luar sebesar 6-20 volt. Jika *supply* kurang dari 7V, kadangkala pin 5V akan menyuplai kurang dari 5V dan *board* bisa menjadi tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12V, tegangan di regulator bisa menjadi *over heat* dan menyebabkan kerusakan pada *board*. Rekomendasi tegangan ada pada 7 sampai 12 (Sadam Husein, 2013).



Gambar 2.18 Rangkaian Sederhana Power Supply

(Sumber: <http://teknikelektronika.com>)

## 2.15 Flowchart

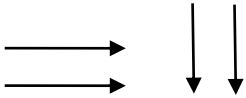

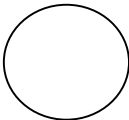
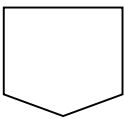
Flowchart atau diagram alir merupakan sebuah diagram dengan simbol-simbol grafis yang menyatakan aliran algoritma atau proses yang menampilkan langkah-langkah yang disimbolkan dalam bentuk kotak, beserta urutannya dengan menghubungkan masing-masing langkah tersebut menggunakan tanda panah. (Anhar, 2009:26).

Flowchart memiliki simbol yang berbeda fungsinya satu sama lain, yaitu:

### A. *Flow direction symbol*

*Flow direction symbol* digunakan untuk menghubungkan simbol satu dengan yang lain. *Flow direction symbol* dapat disebut juga *connecting line*.

Tabel 2.2. *Flow Direction Symbol*






	Simbol arus / <i>flow</i> , yaitu menyatakan jalannya arus suatu proses.
	Simbol <i>communication link</i> , yaitu menyatakan transmisi data dari satu lokasi ke lokasi lain.
	Simbol <i>connector</i> , berfungsi menyatakan sambungan dari proses ke proses lainnya dalam halaman yang sama.
	Simbol <i>offline connector</i> , menyatakan sambungan dari proses ke proses lainnya dalam halaman yang berbeda.

Sumber: (Bagita, 2016)

**B. Input/Output Symbol**

Menunjukkan jenis peralatan yang digunakan sebagai media input atau output.

Tabel 2.3. *Input/Output Symbol*


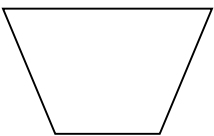
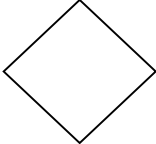
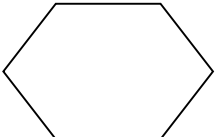
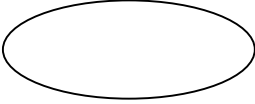

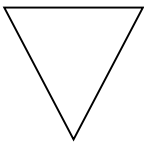

	Simbol <i>input/output</i> , berfungsi untuk menyatakan proses <i>input</i> atau <i>output</i> tanpa tergantung jenis peralatannya
	Simbol <i>punched card</i> , berfungsi untuk menyatakan <i>input</i> berasal dari kartu atau <i>output</i> ditulis ke kartu
	Simbol <i>magnetic tape</i> , berfungsi untuk menyatakan <i>input</i> berasal dari pita magnetis atau <i>output</i> disimpan ke pita magnetis
	Simbol <i>disk storage</i> , berfungsi untuk menyatakan <i>input</i> berasal dari <i>disk</i> atau <i>output</i> disimpan ke <i>disk</i>
	Simbol <i>document</i> , berfungsi untuk mencetak keluaran dalam bentuk dokumen (melalui <i>printer</i> )

Sumber: (Bagita, 2016)

### C. *Processing Symbol*

Menunjukkan jenis operasi pengolahan dalam suatu proses/prosedur.

Tabel 2.4. *Processing Symbol*

	Simbol <i>process</i> , berfungsi untuk menyatakan suatu tindakan (proses) yang dilakukan oleh komputer
	Simbol <i>manual</i> , berfungsi untuk menyatakan suatu tindakan (proses) yang tidak dilakukan oleh komputer
	Simbol <i>decision</i> , berfungsi untuk menunjukkan suatu kondisi tertentu yang akan menghasilkan dua kemungkinan jawaban : ya/tidak
	Simbol <i>predefined process</i> , berfungsi untuk menyatakan penyediaan tempat penyimpanan suatu pengolahan untuk memberi harga awal
	Simbol <i>teminal</i> , berfungsi untuk menyatakan permulaan atau akhir suatu program
	Simbol <i>keying operation</i> , berfungsi untuk menyatakan segala jenis operasi yang diproses dengan menggunakan suatu mesin yang mempunyai <i>keyboard</i>
	Simbol <i>offline-storage</i> , berfungsi untuk menunjukkan bahwa data dalam simbol ini akan disimpan ke suatu media tertentu
	Simbol <i>manual input</i> , berfungsi untuk memasukkan data secara manual dengan menggunakan <i>online keyboard</i>

Sumber: (Bagita, 2016)